Aus der Med. Universitäts-Poliklinik Bonn
Direktor: Prof. Dr. Tiemann.

Über die Ursachen der Herzgrößenschwankungen beim Gesunden.

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung des Doktorgrades

der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität

zu Bonn.

✱

Vorgelegt am 18. Juli 1939

von

Wilhelm Broich

aus Bonn.

Bonn 1939.
Anton Brand, Bonn.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546406_0104

A: Einleitung.

Nachdem es durch G. Schlomka und H. Daum erwiesen ist, daß Spontanschwankungen der Herzgröße beim Gesunden nicht nur in einer bisher nicht bekannten Größe vorkommen, sondern als solche auch als physiologisch zu betrachten sind, bestand nun die Aufgabe, die Ursachen dieser Spontanschwankungen genauer zu untersuchen. Schon in der obengenannten Arbeit wird (im Abschnitt D II) davon gesprochen, daß neben „den kardialen Momenten im engeren Sinne" wohl den extrakardialen Momenten die größere Bedeutung als Ursache der Herzgrößenschwankungen zuzuweisen sei. Als extrakardiale Momente werden dabei der Valsalvasche Preßversuch, die Müllersche Sogprobe (in Abschnitt F), die Änderungen der Frequenz, des Zwerchfellstandes, das Lebensalter des Untersuchten und die Dauer des Untersuchungszwischenraumes hervorgehoben. Von all diesen Momenten schienen jedoch nur die Änderungen der Herzfrequenz einen wesentlichen Einfluß auf die Herzgrößenschwankungen zu haben, nachdem auch ausgeschlossen war, daß „die unterschiedlichen, auf den verschiedenen (kurzzeitigen) Aufnahmen jeweils zur Darstellung gekommenen Zeitphasen im Ablauf des systolisch-diastolischen Herzzyklus" die gefundenen Herzgrößenschwankungen vorgetäuscht hätten. Vorliegende Abhandlung soll nun darlegen, wie teils durch Ausschaltung einiger störender Momente, teils durch genauere, während der Röntgenaufnahmen erfolgten Bestimmungen, versucht wurde, die Ursachen der Herzgrößenschwankungen zu bestimmen.

B: I. Material.

Von 50 Personen wurden im Abstand von durchschnittlich 23,5 Tagen mit dem Kymograph (Stumpf) zwei Aufnahmen gemacht. Es handelte sich dabei um Personen im Alter von 19 bis 36 Jahren, die sich teils aus eigenem ärztlichen Interesse, teils aus Kameradschaft zur Verfügung stellten. Da alle diese Personen ohne gesundheitliche Störungen ihrem Beruf nachgingen und sich in den letzten Jahren einer

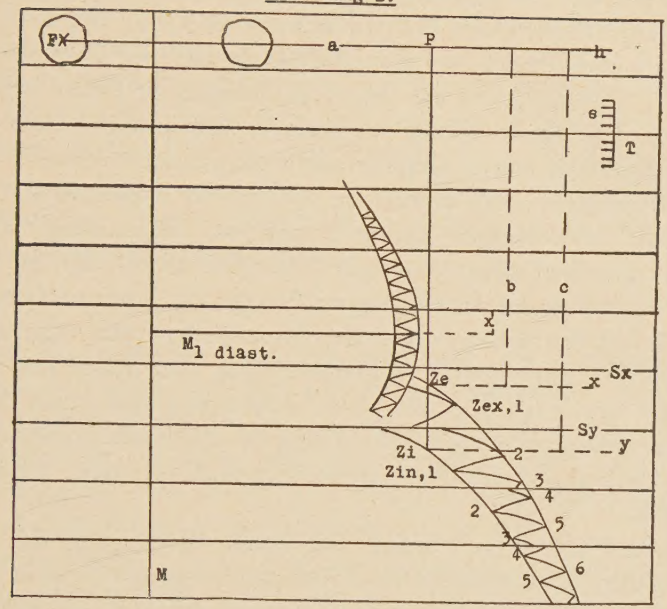
wiederholten ärztlichen Untersuchung unterzogen hatten, war eine gewisse Gewähr dafür gegeben, daß nur völlig gesunde Menschen zur Beobachtung kamen. Trotzdem wurde auf eine Anamnese nie verzichtet. Obwohl diese besonders die Unterschiede in den Lebensgewohnheiten der Untersuchten in der Zeit vor der zweiten Aufnahme gegenüber der Zeit vor der ersten Aufnahme festhielt, ergab sich kein Anhaltspunkt, der eine Aufnahme nicht zugelassen oder nicht verwendbar gemacht hätte.

II. Methodik.

Die Aufnahmen erfolgten unter möglichst gleichen Bedingungen. Die zweite Aufnahme wurde zur gleichen Tageszeit gemacht, zu der auch die erste erfolgt war. Es wurde darauf geachtet, daß sie zu untersuchenden Personen einen wenig gefüllten Magen hatten und bei beiden Aufnahmen die gleiche Stellung und Haltung einnahmen. Von Wichtigkeit war es außerdem, daß die Atmung der einzelnen Untersuchten während der Aufnahmen eine normale war und die gleiche blieb, der sie sich im täglichen Leben bedienten. Damit wurden alle Einflüsse auf die Herzgröße, die im Sinne eines unwillkürlichen Valsava'schen Preßversuchs oder einer Müller'schen Sogprobe hätten wirken können, ausgeschaltet. Der Röhrenabstand betrug 80 cm, die ausgemessenen Herzmaße wie auch die Zwerchfelliabstände (s u.) wurden auf 2 m Röhrenabstand umgerechnet. Die Aufnahmen erfolgten bei Rasterbewegung und dauerten, von unbedeutenden Abweichungen abgesehen, vier Sekunden. Diese lange Aufnahmedauer erlaubte es einmal, den inspiratorischen wie auch den exspiratorischen Zwerchfellstand (s. u.) festzuhalten und somit die Herzgrößen sowohl im Inspirium wie im Exspirium zu bestimmen. Zum anderen wurde bei dieser langsamen Rasterbewegung die bei schneller Rasterbewegung auftretende Verzeichnung der Größe der Herzzacken praktisch so gering, daß die von Stumpf angegebene Umrechnung nicht erforderlich wurde.

Zur vergleichenden Bestimmung des Zwerchfellstandes wurde auf der ersten und zweiten Aufnahme eines jeden Untersuchten als Fixpunkt (F) (s. Abb. 1) der Mittelpunkt des rechten Ansatzes eines

Abbildung 1.



Wirbelbogens festgelegt. (Die linken Ansätze der Wirbelbögen waren auf den Aufnahmen meist nicht zu erkennen, sodaß auch die Medianlinie (M) nur annähernd genau gezeichnet werden konnte. Dies hatte keinen Einfluß auf die Ausmessung der Transversaldurchmesser, da bei einer Verlagerung der Medianen nach links (rechts) einer Verkleinerung (Vergrößerung) der linken Medianabstände, natürlich eine Vergrößerung (Verkleinerung) der rechten Medianabstände entsprach). Von einem Punkte (P), der auf den Vergleichsaufnahmen derselben Versuchsperson den gleichen Abstand (a) vom Fixpunkt hat und auf einer Horizontalen (h) liegt, wurde dann eine Senkrechte gezeichnet, die das Zwerchfell auf beiden Aufnahmen in d e m s e l b e n Abstand von der Thoraxmitte traf. Somit ließ sich der Abstand des Zwerchfells vom Bezugspunkt im Exspirium (b) und im Inspirium (c) ausmessen, bzw. die Änderung dieser Abstände bezogen auf die erste Aufnahme DZ insp. (exsp.) = Z insp. (exsp.) 2 — Z insp. (exsp.) 1

feststellen. Zur Bestimmung des inspiratorischen bzw. exspiratorischen Zwerchfellstandes mußten mindestens zwei, möglichst jedoch mehr als zwei Punkte des Zwerchsfells im In- und Exspirium (Zex, 1,2,3,., Zin1,1,2,3 . . .,) auf dem Kymogramm zu finden sein. Aufnahmen, bei denen infolge zu geringer Rasterbreite diese Punkte nicht abgebildet waren, konnten nicht verwendet werden. Es erwies sich als praktisch, jede Aufnahme unmittelbar nach dem Entwickeln auf das Vorhandensein dieser Punkte zu untersuchen, um beim Fehlen derselben sofort eine neue Aufnahme anschließen zu können. Die Verbindung der so gewonnenen Punkte, der inspiratorischen bzw. exspiratorischen Wendepunkte des Zwerchfells, ergab dann, nötigenfalls durch entsprechende Weiterzeichnung, den Stand des Zwerchfells auf der Höhe der Ein- bzw. Ausatmung und damit die Möglichkeit einer gesonderten Bestimmung des Zwerchfellstandes im gleichen Abstand von der Thoraxmitte mit Hilfe der oben angegebenen Technik.

Die Herzgrößen ergaben sich durch Vereinigung des größten systolischen (diastolischen) Medianabstände rechts (Mr syst. (diast)) mit dem größten systolischen (diastolischen) Medianabtsand links (Ml syst. [diast.]) zum Transversaldurchmesser (Tr.). Die Zeichnung der Zwerchfellstände gestattete es zudem, den systolischen wie den diastolischen Transversaldurchmesser des Herzens sowohl im Exspirium wie im Inspirium zu ermitteln, indem derselbe Abstand x (y) des durch die Senkrechte ermittelten Zwerchfellpunktes von dem über ihm abgebildeten Rasterschlitz (Sx) Sy in jenem Rasterfeld abgetragen wurde, in dem die maximalen Medianabstände lagen.

Die Herzgrößendifferenzen DH wurden durch Vergleich der zweiten Aufnahme mit der ersten ermittelt: $DH = Tr_2 - Tr_1$.

Zur Bestimmung der während der Aufnahmen vorliegenden Herzfrequenzen wurde mit einem Zeitschreiber auf jedem Kymogramm das in Abb. 1 mit T bezeichnete Bild erzeugt, indem in jeder halben Sekunde, unabhängig von der eventuell ungleichmäßigen Geschwindigkeit der Rasterbewegung, ein in den Strahlengang dicht vor dem lichtempfindlichen Papier vorschnellender Stift die Schatten (s) zeichnete. Diejenige Zeit, die das Herz für eine Aktion benötigt

hatte, war also durch Abtragen des Abstandes zweier Herzzacken auf obigem Zeitbild (T), in dem der Abstand zweier Schatten (s) eine halbe Sekunde bedeutete, zu ersehen.

Neben dieser Frequenzbestimmung wurden entweder kurz vor oder kurz nach den Aufnahmen eine Pulszählung, eine Messung des Blutdruckes und eine Bestimmung des Körpergewichts bei allen der Untersuchung dienenden Personen vorgenommen. Die zwischen beiden Aufnahmen liegende Zeit wurde ebenfalls bei der Beurteilung der Herzgrößen in Betracht gezogen.

C: I. Ergebnisse.

Der Vergleich der kurz vor oder nach den Aufnahmen bestimmten Pulszahlen mit den aus den Kymogrammen errechneten Frequenzzahlen zeigte Unterschiede, die im Mittel ± 7,8, maximal 24 betrugen. Es lag daher nahe, den Untersuchungen nur die Frequenzzahlen, die sich aus der gleichzeitig mit den Aufnahmen erfolgten Zeitschreibung ergaben, zugrunde zu legen.

Zunächst bestätigten auch die vorliegenden Untersuchungen, daß die Herzgröße bei den 50 Untersuchten sich im Laufe des Nachuntersuchungszwischenraumes im allgemeinen nicht veränderte. Denn die in Tabelle 1 enthaltenen Durchschnittswerte für die Transversaldurchmesser als Maß der Herzgröße (H) ergaben zwischen Erst- und Zweitaufnahme nur Unterschiede, die zwischen 0,1 und 0,7 mm schwankten, d. h. von der gleichen Größenordnung, wie sie sich bei Schlomka und Daum bei der Auswertung gewöhnlicher (kurzfristig belichteter) Röntgenaufnahmen ergeben hatten.

Tabelle 1

Mittlere Herzgröße in cm:		bei Aufnahme I	bei Aufnahme II	Änderung
im Inspirium	systolisch:	12,42	12,41	—0,01
	diastolisch:	13,15	13,18	+0,03
„ Exspirium	systolisch:	12,44	12,45	+0,01
	diastolisch:	13,13	13,20	+0,07
mittlere Frequenz:		79,78	79,32	—0,46

Tabelle 2

	mittlere Herzgrößenschwankungen
inspiratorisch systolisch:	±0,387 cm
„ diastolisch:	±0,322 cm
exspiratorisch systolisch:	±0,418 cm
„ diastolisch:	±0,373 cm
im Mittel aus Exspirium und Inspirium:	
systolisch:	±0,402 cm
diastolisch:	±0,347 cm
im Mittel überhaupt:	±0,38 cm

Dagegen ergaben sich bei der Zusammenstellung der bei den Einzelnen beobachteten Änderungen des Transversaldurchmessers (DH) durch Mittelbildung (ohne Berücksichtigung des Vorzeichens) auch für das vorliegende Material, d. h. trotz Berücksichtigung der systolisch-diastolischen Herzgrößenänderung nicht unbeträchtliche Unterschiede im Transversaldurchmesser des Herzens bei den zwei verschiedenen Aufnahmen.

Tabelle 3

Änderung der Herzgrößen in den Bereichen von:	systolisch Z. d. Fälle	systolisch % d. Fälle	diastollsch Z. d. Fälle	diastollsch % d. Fälle
0 bis ±0,3 cm	24	48	25	50
±0,3 bis ±0,6 cm	14	28	16	32
±0,6 bis ±0,9 cm	8	16	6	12
±0,9 bis ±1,2 cm	2	4	2	4
mehr als ±1,2 cm	2	4	1	2

Tabelle 3a

Änderung der Herzgrößen in den Bereichen von:	% der Fälle Schlomka u. Daum	nach vorliegendem Material syst.	diast.	im Mittel
0 bis ±0,5 cm	49,5	68	76	72
±0,5 bis ±1 cm	30,2	24	22	23
±1 cm bis ±1,5 cm	16,4	8	2	5
±1,5 cm bis 2 cm	3,3	—	—	—
mehr als ±2 cm	0,8	—	—	—

Nach Tabelle 2 sind diese im ganzen zwar kleiner als die von Schlomka und Daum bei gewöhnlichen Vergleichsaufnahmen gefundenen, im Mittel betragen dieselben aber immerhin ± 0,38 bzw. rund ± 0,4 cm und erscheinen nach Tabelle 3 und 3a auch Werte über 1 cm nicht so selten, ja gelegentlich selbst bis zu 1,32 cm.

II.

Von den Faktoren, welche für diese also auch unabhängig von dem bei einer Aufnahme zufällig getroffenen Abschnitt des systolisch-diastolischen Herzzyklus vorhandenen Größenschwankungen als Ursache in Betracht kamen, habe ich mit Rücksicht auf die Befunde von Schlomka und Daum unter den kardialen zunächst die Bedeutung der Schlagfrequenz untersucht. Zu diesem Zwecke wurde (mit Hilfe des Zeitschreibers) bei jedem der Untersuchten für beide Aufnahmen die tatsächlich im Augenblick der Aufnahme vorhandene Schlagfrequenz als Mittel aus in- und exspiratorischer Frequenz bestimmt. Der Vergleich des für die ersten Aufnahmen gefundenen Wertes (F_1) mit dem bei der zweiten Aufnahme ermittelten (F_2) geschah durch Bildung der Differenz $DF = F_2 - F_1$, sodaß also positive Werte von DF eine Frequenzsteigerung für die Zweitaufnahme gegenüber der ersten bedeuteten, und negative eine Frequenzabnahme.

Mit Hilfe der Werte für DF wurde dann das vorliegende Material (in Tabelle 4) zunächst in zwei Gruppen unterteilt, je nachdem die Schlagfrequenz bei der Zweitaufnahme zu- ($DF > 0$) oder abgenommen ($DF < 0$) hatte, und für diese beiden Gruppen der Durchschnitt der Herzgrößenänderungen unter Beachtung des Vorzeichens als $\triangle H$ als Mittel aus Exspirium und Inspirium berechnet.

Tatsächlich ergab sich auf diese Weise sowohl systolisch wie diastolisch bei Frequenzzunahme eine Verkleinerung des Herzens, bei Frequenzabnahme dagegen eine Vergrößerung. Dieser Einfluß der Frequenz auf die Herzgröße ist einmal verhältnismäßig beträchtlich. Sodann findet er sich nach Tabelle 8 und 9 sowohl in der Einatmung wie in der Ausatmung in etwa der gleichen Größe. Er wird in seiner Bedeutung des weiteren bestätigt dadurch, daß er sich auch bei einer

Tabelle 4

Änderung der Schlagzahl pro Minute: Bereich:	Mittel:	ΔH in cm, Mittel aus Ex- und Inspirium syst.	diast.	Hm	DZm	Zahl der Fälle
> 0=Zunahme	+9,8	—0,33	—0,23	—0,28	+0,55	23
< 0=Abnahme	—9,2	+0,20	+0,23	+0,21	—0,06	27

Tabelle 5

> +5	+13,60	—0,37	—0,28	—0,32	+0,32	15
< 5 bis —5	— 0,61	—0,07	+0,02	—0,02	+0,44	18
+—5	—12,70	+0,28	+0,28	+0,28	—0,11	17

Tabelle 6

> +8	+14,70	—0,31	—0,19	—0,25	+0,29	9
+8 bis 0	+ 4,42	—0,36	—0,26	—0,31	+0,72	14
0 bis —8	— 4,14	+0,08	+0,14	+0,11	—0,11	14
< —8	—14,61	+0,34	+0,33	+0,33	—0,03	13

Tabelle 7

> +9	+19,2	—0,31	—0,21	—0,26	+0,21	8
+9 bis +4	+ 6,4	—0,48	—0,32	—0,40	+0,71	10
+3 bis —3	— 0,1	—0,01	—0,01	—0,01	+0,47	10
—4 bis —9	— 6,4	+0,11	+0,15	+0,13	—0,35	12
< —9	—16,3	+0,41	+0,39	+0,40	+0,09	10

Tabelle 8

ΔH in cm im Inspirium

> +5	+13,60	—0,31	—0,25	—0 28	+0,32	15
+5 bis —5	— 0,61	+0,01	+0,06	+0,03	+0,44	18
< —5	—12,70	+0,31	+0,33	+0,32	—0,11	17

Tabelle 9

ΔH in cm im Exspirium

> +5	+13 60	—0,32	—0,21	—0,26	+0,32	15
+5 bis —5	— 0,61	+0,01	+0,06	+0,03	+0,44	18
< —5	—12,70	+0,36	+0,34	+0,35	—0,11	17

Tabelle 10

Transversaldurchmesser der ersten Aufnahmen in cm: Bereich:	Mittel:	ΔH in cm, Mittel aus Ex- und Inspirium syst.	diast.	ΔHm	DH im Mittel aus Ex- u. Insp. syst.	diast.	Zahl der Fälle
> 13,04	13,67	−0,04	+0,06	+0,01	±0,27	±0,22	8
13,04 b. 11,76	12,43	−0,03	−0,03	−0,03	±0,43	±0,45	33
< 11,76	11,30	+0,03	+0,02	+0,02	±0,31	±0,28	9

Tabelle 11

Änderung des Schlagintervalls: Bereich:	Mittel:	ΔH in cm, Mittel aus Ex- und Inspirium syst.	diast.	ΔHm	DZm	Zahl der Fälle
> +5	+12,70	+0,40	+0,35	+0,37	−0,25	17
+5 bis −5	+ 0,37	−0,17	−0,05	−0,11	+0,48	18
< −5	−13,19	−0,25	−0,20	−0,22	+0,38	15

Tabelle 12

> +8	+16,31	+0,33	+0,34	+0,33	−0,12	11
+8 bis 0	+ 4,24	+0,19	+0,26	+0,22	−0,01	16
0 bis −8	− 3,58	−0,29	−0,24	−0,26	+0,81	11
< −8	−15,17	−0,27	−0,19	−0,23	+0,26	12

Tabelle 13

> +9	+17,13	+0,35	+0,37	+0,36	−0,12	10
+9 bis > +3	+ 5,8	+0,22	+0,31	+0,26	−0,15	12
+3 bis −3	+ 0,22	+0,01	+0,05	+0,03	+0,44	9
< −3 bis < −9	− 5,7	−0,29	−0,23	−0,26	+0,53	9
< −9	−16,6	−0,37	−0,27	−0,32	+0,33	10

weitergehenden Unterteilung des Materials bis zu fünf Frequenzgruppen (Tabellen 5, 6 u. 7) trotz des damit verbundenen Abnehmens des zahlenmmäßigen Umfanges der einzelnen Klassen auf z. T. recht kleine Werte jedenfalls grundsätzlich fand.

Im einzelnen zeigt jedoch die Unterteilung in den Tabellen 5, 6 und 7 im Gang der Zahlen für △H Ungleichmäßigkeiten, die zwar z. T. durch die Kleinheit der einzelnen Gruppen noch zufallsbedingt sein konnten, möglicherweise aber auch anderen Umständen zuzuschreiben waren. Als ein solcher kam in Frage, daß vielleicht innerhalb der verschiedenen Gruppen zufällige Unterschiede

in der Herzgröße an sich bestanden und durch letztere das Ausmaß der frequenzbedingten Größenschwankungen beeinflußt sein konnte. Die Umrechnung der letzteren in Prozentwerte des Transversaldurchmessers (der ersten Aufnahmen) ergab jedoch keine wesentlichen Änderungen, wie auch die Darstellung der Abhängigkeit der Herzgrößenschwankungen von dem Transversaldurchmesser der ersten Aufnahmen (Tabelle 10) keinerlei Beziehung dieser Art erkennen ließ.

Da nun die frequenzbedingten Änderungen der Herzgrößen vorwiegend zweifellos Folge sind des bei verschiedener Schlagzahl unterschiedlichen diastolischen Füllungszustandes, lag es nahe, die Herzgrößenänderungen in Abhängigkeit vom Schlagintervall p (Sch/100 $= \frac{6000}{F}$) darzustellen. Die entsprechend vorgenommene Unterteilung des Materials in den Tabellen 11 bis 13 ergibt in der Tat größenmäßig noch deutlichere Beziehungen zwischen Schlagintervall und Herzgröße bzw. Herzgrößenänderung.

Zweitens ist auch der Gang der Werte für $\triangle H$ im ganzen, z. B. auch in der der Tabelle 7 analogen Tabelle 13 gleichmäßiger als bei Zuweisung von $\triangle H$ zu den Unterschieden in der Frequenz.

Gewisse Ungleichheiten bzw. Unregelmäßigkeiten für $\triangle H$ bleiben aber auch jetzt noch (besonders in Tab. 11) bestehen. Es fällt auf, daß bei Ordnung nach Schlagintervalldifferenzen in Tab. 11 für die mittlere Gruppe trotz praktisch gleichen Schlagintervalles bei der Erst- und Zweituntersuchung (Dp nur $\pm$ 0,37 Sch/100) $\triangle$ H jedenfalls systolisch mit — 0,17 cm so weit von dem theoretisch zu erwartenden Wert 0 abweicht, daß es nahe lag zu vermuten, daß neben den Änderungen der Frequenz zugleich noch andere Faktoren die Herzgröße beeinflußten und somit die Abhängigkeitsverhältnisse von Frequenzänderungen zu Herzgrößenschwankungen auch in den anderen Gruppen der obigen Tabellen mindestens teilweise überlagerten.

III.

Als ein derartiges Moment kam in erster Linie das Verhalten des Zwerchfellstandes in Betracht. Um dessen mögliche Bedeutung in dem oben erörterten Sinne zu klären, war es aber notwendig, den Einfluß desselben an sich auf die Herzgröße bzw. deren Änderungen klarzustellen.

Zu diesem Zweck wurde das vorliegende Material (in Tab. 14) zunächst in zwei Gruppen unterteilt, um zu ersehen, ob die Mittellagen des Zwerchfells bei der Zweituntersuchung gegenüber der Erstuntersuchung sich nach oben (DZm negativ) oder nach unten (DZm positiv) verschoben hatten. Diese Tabelle ergibt dann für eine Änderung von DZm von + 0,74 auf — 0,71, d. h. um 1,45 cm, eine Änderung der Herzgröße von — 0,018 auf + 0,087, d. h. um 0,105 cm. Damit findet sich also pro cm Änderung in den Mittellagen des Zwerchfells eine Änderung der Herzgröße von nur 0,72 mm und führt die vorliegende Untersuchung auch rein größenmäßig etwa zu dem gleichen Ergebnis wie diejenige von Schlomka und Daum (für welche sich z. B. aus Tab. 8 statt 0,32 mm ein Wert von 0,75 mm gefunden hatte). Bei einer Untersuchung des vorliegenden Materials in kleineren Gruppen je nach dem Verhalten der Zwerchfellmittellagen in den Tabellen 15 und 16 ergeben sich im Gang der Werte für △H zwar einige Unregelmäßigkeiten; grundsätzlich tritt aber das gleiche Abhängigkeitsverhältnis wie in Tab. 14 zutage. Allerdings sind die Werte für das Verhältnis von △Hm zu DZm bei Bezugnahme auf die Grenzbereiche mit 1,3 mm für Tab. 15 und 1,4 mm für Tab. 16 größer als für Tab. 14. Es folgt daraus zwar einerseits wohl, daß Unterschiede in den Zwerchfellmittellagen sich auch verhältnismäßig um so stärker auf die (scheinbare) Herzgröße auswirken, je beträchtlicher sie an sich sind. Im allgemeinen aber kann man nach den vorliegenden Befunden in Übereinstimmung mit den früheren Feststellungen von Schlomka und Daum damit rechnen, daß der Transversaldurchmesser des Herzens

Tabelle 14

Änderung des mittleren Zwerchfellstandes: Bereich:	Mittel:	ΔH in cm, Mittel aus Ex- und Inspirium syst.	diast.	ΔHm	DF	Zahl der Fälle
>0=Tiefertreten	+0,74	−0.06	+0.03	−0,018	+0,37	32
<0=Höhertreten	−0,71	+0,09	+0,08	+0,087	−1,94	18

Tabelle 15

>+0,5	+1,18	−0,09	+0,01	−0,042	−0,35	17
+0,5 bis −0,5	+0,01	−0,042	+0,01	−0,015	+2,5	24
<−0,5 cm	−1,07	+0,303	+0,22	+0,26	−7,22	9

Tabelle 16

>+0,75	+1,26	−0,07	−0,07	−0,07	0	15
+0,75 bis +0,25	+0,44	−0,18	−0,38	−0,28	+0,77	9
+0,20 bis −0,25	+0,07	+0,11	+0,10	+0,10	+3,55	9
−0,25 bis −0,75	−0,39	−0,09	−0,05	−0,07	+2,44	9
<−0,75	−1,14	+0,34	+0,25	+0,30	−9,12	8

Tabelle 17

Änderung des inspirat. Zwerchfellstandes:						
>+0,5	+1,12	−0,08	+0,001	−0,04	−1,47	23
+0,5 bis −0,5	+0,04	−0,06	−0,001	−0,03	+6.06	16
<−0,5	−0,99	+0,29	+0,21	+0,25	−8,0	11

Tabelle 18

Änderung des exspirat. Zwerchfellstandes:						
>+0,5	+1,07	−0,09	−0.03	−0,06	+0,77	18
+0,5 bis 0,5	−0,05	−0,02	+0,05	+0,01	+0,86	22
<−0,5	−1,0	+0,25	+0,19	+0,22	−4,60	10

sich durchschnittlich nur etwa 1 **mm** ändert, wenn sich die Mittellage (des herznahen Abschnittes) des Zwerchfells um 1 **cm** verschiebt.

Etwas größer erscheint der Einfluß der Zwerchfellage auf die Herzgröße auf der Höhe der beiden Atemphasen, denn aus Tab. 17 ergibt sich inspiratorisch für die beiden äußersten Gruppen 1,4 mm

Änderung im mittleren Transversaldurchmesser und in Tab. 18 exspiratorisch ebenfalls 1,4 mm pro cm Zwerchfellstandsänderung. Gewisse Unterschiede bestehen anscheinend noch zwischen der Einwirkung von Zwerchfellstandsänderungen auf das Verhalten des Transversaldurchmessers für die beiden Kontraktionsphasen des Herzens. Denn durchgehends ist in den Tabellen 14 bis 18 der Einfluß der Zwerchfellstandsänderungen auf den Transversaldurchmesser in der Systole größer als in der Diastole. So würden sich im Vergleich zu den oben angegebenen Verhältniszahlen für die mittlere Transversaldurchmesseränderung pro cm Zwerchfellstandsänderung für Systole und Diastole folgende Werte ergeben:

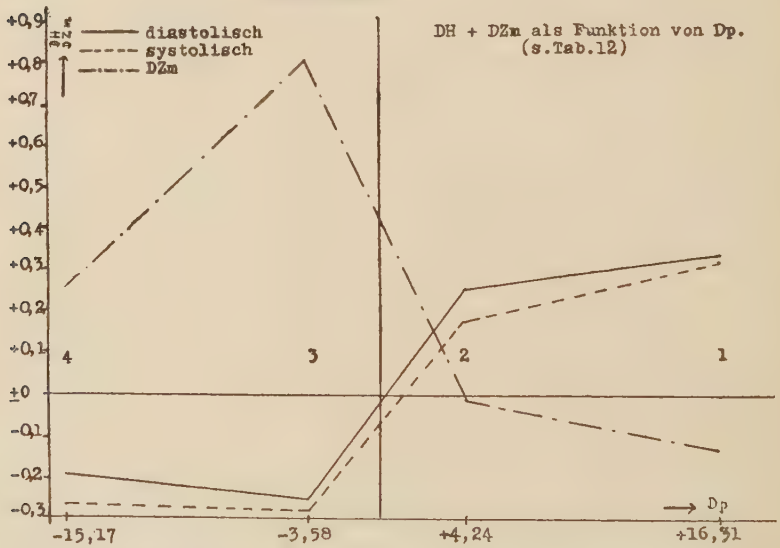
Tabelle 19

nach Tab.	Transversaldurchmesseränderung in mm pro cm Zwerchfellstandsänderung		
	systolisch	diastolisch	im Mittel
14	1,07	0,36	0,72
15	1,73	0,69	1,31
16	1,72	1,07	1,37
17	1,78	1,01	1,42
18	1,66	1,09	1,37

Weiterhin ist zu beachten, daß die Werte der Tabellen 14—18 für △H ja nicht nur vom Verhalten des Zwerchfellstandes, sondern, z. T. jedenfalls, gleichzeitig von dem der Frequenz mitbeeinflußt werden. Denn wie die Rubrik DF in den Tabellen 14 bis 18 zeigt, läßt letzteres zwar keine direkten Beziehungen zu DZ erkennen; immerhin zeigen doch die Werte für DF in den Gruppen mit stärkerem Zwerchfellhochtritt eine verhältnismäßig so starke Frequenzabnahme, daß diese sich schon deutlich im Sinne einer Herzvergrößerung auswirken muß. Daraus folgt, daß die auffällig hohen Pluswerte für △H in den Tabellen 15—18 sicher zu einem erheblichen Teil nicht auf die Änderungen des Zwerchfellstandes zurückzuführen sind, und die Faktoren der Tabelle 19 mit Ausnahme der ersten Gruppe sicher zu hoch sind.

Aber selbst wenn man nur die systolisch aus den Tabellen 15—18 sich ergebende Verhältniszahl von 1,7 mm zugrunde legt, muß der Einfluß von Änderungen in den Zwerchfellagen im ganzen auf das Verhalten des Transversaldurchmessers als gering angesehen werden, und so kommt derselben für die von mir erhobenen Befunde durchschnittlich nur eine modifizierende, aber keine grundlegende Bedeutung zu.

Abbildung 2.



Denn die Lageänderungen des Zwerchfells betragen im Mittel für das vorliegende Material

inspiratorisch ± 0,806 cm,
exspiratorisch ± 0,685 cm,

und in den Zwerchfellmittellagen nur ± 0745 cm.

IV.

Die Übertragung der hier gemachten Feststellungen auf die Daten der Tabellen 4—13 erklärt infolgedessen die darin z. T. aufgefallenen Unregelmäßigkeiten im Gang der Werte für △H nicht

oder jedenfalls nicht ganz, da die für die Untergruppen dieser Tabellen bestimmten mittleren Zwerchfellstandsänderungen verhältnismäßig klein sind. Daß dieselben aber unter Umständen doch eine gewisse Bedeutung für den Gang der Werte für △H in Abhängigkeit von den Frequenzverhältnissen haben, bzw. haben können, zeigt sich bei graphischer Darstellung z. T. ziemlich deutlich. So wird z. B. aus Abb. 2 (s. Tab. 12) ohne weiteres ersichtlich, daß der zunächst scheinbar herausfallende Wert für △ H in der dritten Gruppe zweifellos vorgetäuscht wird durch den zufällig in dieser Gruppe vorhandenen verhältnismäßig erheblichen Zwerchfelltieftritt, indem der durch letzteren nicht beeinflußte Wert für △ H etwa bei — 0,21 liegen müßte statt bei — 0,29 und sich damit der obige Wert gut einordnen würde.

V.

In Analogie zu dem Vorgehen von Schlomka und Daum wurde sodann von den extrakardialen Faktoren, welche möglicherweise einen Einfluß auf die Herzgröße haben konnten, das Alter der einzelnen Probanden untersucht.

Tabelle 20

Alter in Jahren		ΔH in cm, Mittel aus Ex- und Inspirium			DH im Mittel aus Ex- u. Insp.		Zahl der
Bereich:	Mittel:	syst.	diast.	ΔHm	syst.	diast.	Fälle
⟨24	21,93	—0,011	+0,025	+0,007	±0,35	±0,35	29
⟩24	28,44	—0,054	+0,011	—0,021	±0,43	±0,39	21

Tabelle 21

⟩22	19,44	+0,007	+0,008	+0,007	±0,31	±0,29	9
22 bis 25	23,65	—0,034	+0,009	—0,012	±0,37	±0,36	29
⟨25	31,0	—0,037	+0,054	+0,008	±0,49	±0,39	12

In dieser Beziehung ergab zunächst die Aufteilung in zwei Gruppen (Tab. 20), eine unterdurchschnittlich und eine überdurchschnittlich alte, für DH, d. h. das Maß der absoluten Herzgrößen-

schwankungen sowohl systolisch wie diastolisch für die ältere Gruppe höhere Mittelwerte. Da diese Befunde aber in einem gewissen Gegensatz zu den Beobachtungen von Schlomka und Daum bei gewöhnlichen Röntgenaufnahmen standen und zudem die Größenunterschiede zahlenmäßig in Tab. 20 unklar waren, habe ich das vorliegende Material in drei Altersgruppen unterteilt. Ein solches Vorgehen bestätigt jedoch in Tab. 21 die Befunde der Tab. 20 durchaus und ergibt zwischen der ersten und dritten Gruppe einen Unterschied in den mittleren DH systolisch von 0,18 oder 58% und diastolisch von 0,11 oder 37% der DH der ersten Gruppe.

Demgegenüber ist eine solche Beziehung zwischen Alter und △H weder systolisch noch diastolisch sicher erkennbar.

VI.

Ebenso wie in der Untersuchung von Schlomka und Daum wurde sodann des weiteren geprüft, ob die Länge des Zeitraumes zwischen erster und zweiter Aufnahme einen Einfluß auf Richtung und Ausmaß der Herzgrößenschwankungen hat.

Tabelle 22

Zeit in Tagen zwischen Aufnahme I. u. II.:		△H in cm, Mittel aus Ex- und Inspirium			DH in Mittel aus Ex- u. Insp.		Zahl der
Bereich:	Mittel:	syst.	diast.	ΔHm	syst.	diast.	Fälle
⟨22	19,33	−0,032	−0,006	−0,019	±0,34	±0,28	15
22 bis 25	22,04	−0,17	−0,067	−0,118	±0,33	±0,31	23
⟩25	31,58	+0,164	+0,245	+0,204	±0,57	±0,54	12

Die zu diesem Zweck in Tab. 22 vorgenommene Unterteilung des Materials je nach der Länge des Nachuntersuchungsintervalls ergibt zwar diastolisch für die absolute Schwankungsgröße einen Anstieg der Zahlen von DH mit dem Ansteigen des Zwischenraumes. Da aber die systolischen Werte sich nicht sicher entsprechend verhalten und für △H überhaupt kein regelmäßiger Gang zu erkennen ist, muß auch für das vorliegende Material ebenso wie für das von

Schlomka und Daum ein Zusammenhang zwischen Länge des Nachuntersuchungszwischenraumes und Richtung und Ausmaß der Herzgrößenschwankungen als fraglich erscheinen.

VII.

Dagegen besteht ebenso wie in der vorgenannten Arbeit ein Zusammenhang zwischen dem Verhalten des Körpergewichtes und der Herzgrößenänderung.

Tabelle 23

Änderung des Körpergew. in Kg. Bereich:	Mittel:	ΔH in cm, Mittel aus Ex- und Inspirium syst.	diast.	ΔHm	DH im Mittel aus Ex- u. Insp. syst.	diast.	ΔZm in cm	Zahl der Fälle
>+0,5	+1,72	+0,15	+0,11	+0,13	±0,44	±0,43	−0,2	15
+0,5 b. −0,5	+0,027	+0,02	+0,04	+0,03	±0,38	±0,31	−0,3	18
<−0,5	−1,31	−0,16	−0,06	−0,11	±0,34	±0,33	−0,2	17

Denn Tabelle 23 zufolge nimmt die Herzgröße etwa pro Kilo Gewichtsänderung diastolisch um 0,56 mm und systolisch um 1,02 mm, oder im Mittel um 0,79 mm zu bzw. ab. Namentlich der letzte Wert stimmt größenmäßig etwa mit dem von Schlomka und Daum gefundenen überein und gleicht mit 0,8 mm verhältnismäßig gut dem von Rautmann korrelationsstatistisch zu rund 0,7 mm abgeleiteten. Die Selbständigkeit der Beziehung des Körpergewichtes zur Herzgröße geht daraus hervor, daß die zu den einzelnen Gruppen gehörigen Zwerchfellstandsschwankungen, die nach den in Abschnitt III gemachten Ausführungen bei der Aufstellung obiger Beziehung einen Einfluß ausüben könnten, in allen Gruppen die gleiche Richtung aufweisen und auch größenmäßig als unbedeutsam zu betrachten sind, wie auch die zugehörigen Frequenzschwankungen der einzelnen Gruppen keine bedeutungsvollen Unterschiede aufweisen.

VIII.

Als letzter Faktor, der möglicherweise für die Herzgrößenschwankungen von Bedeutung sein konnte, habe ich schließlich das Verhalten des systolischen und diastolischen Blutdruckes untersucht.

Tabelle 24

Änderung des diastolischen Blutdrucks in mm Hg Bereich:	Mittel:	ΔH in cm, Mittel aus Ex- u. Insp. syst.	diast.	ΔHm	DH im Mittel aus Ex- u. Insp. syst.	diast.	Zahl der Fälle
>+5	+11,0	−0,16	−0,18	−0,17	±0,39	±0,41	10
+5 bis −5	− 1,4	−0,005	+0,018	+0,006	±0,34	±0,33	22
<−5	−17,0	+0,035	+0,111	+0,073	±0,44	±0,35	18

Tabelle 25

Änderung des systolischen Blutdrucks in mm Hg							
>+5	+16,5	−0,081	−0,046	−0,063	±0,26	±0,24	10
+5 bis −5	+ 1,5	−0,04	−0,04	−0,04	±0,46	±0,42	25
<−5	−17,0	+0,05	+0,03	+0,04	±0,36	±0,27	15

Während das absolute Ausmaß der Herzgrößenschwankungen keinerlei Beziehungen zu den Schwankungen des Blutdrucks aufweist, scheinen indessen solche für △H zu bestehen. Denn sowohl systolisch wie diastolisch nimmt Tab. 24 und 25 zufolge die Herzgröße bei Erhöhung des maximalen wie des minimalen Blutdruckes im ganzen ab und umgekehrt mit Absinken der Druckwerte zu. Im einzelnen sind diese Beziehungen jedoch schon an Hand der Zahlen der Tabellen 24 und 25 nur lockere. Auffällig ist jedoch immerhin das Verhalten der Werte des diastolischen △H in Abhängigkeit von den Änderungen des diastolischen Druckes. Denn bei graphischer Darstellung ordnen sich die drei Punktpaare der Tabelle 24 fast einer Geraden zu, welche pro 10 mm des diastolischen Druckes für die diastolische Herzgröße eine solche mit umgekehrtem Vorzeichen von immerhin etwa 1,3 mm ergeben würde.

D: Erörterung der Befunde.

I.

Die vorliegenden Untersuchungen haben also die früheren von Schlomka und Daum zunächst insofern grundsätzlich bestätigt, als sie an einem anderen Material und mit einer anderen Untersuchungsmethodik bei Herzgesunden entgegen der bisher geltenden Meinung verhältnismäßig beträchtliche Spontanschwankungen der Herzgröße erwiesen haben.

Ein wesentlicher Unterschied gegenüber den Befunden von Schlomka und Daum scheint zunächst aber in Bezug auf die Größe der beobachteten Herzgrößenschwankungen zu bestehen (vgl. Tab. 2, 3, 3a). Dabei ist indessen einmal zu berücksichtigen, daß die vorliegenden Untersuchungen an wesentlich kleinerem Material angestellt wurden als die von Schlomka und Daum und daß deshalb schon aus Wahrscheinlichkeitsgründen im allgemeinen in einer Verteilungstabelle (wie Tab. 3 u. 3a) die hohen Werte von DH sich seltener finden oder gar fehlen.

Aber ganz abgesehen davon bestätigt der im Durchschnitt zu nur gleich ± 0,38 cm gefundene Wert für DH den entsprechenden von Schlomka und Daum zu ± 0,57 cm. Denn aus der Wahrscheinlichkeitsuntersuchung der Kymogrammkurve hatte Schlomka abgeleitet, daß von der gefundenen Herzgrößenschwankung von ± 0,57 cm wahrscheinlich 0,2 cm (oder eher etwas weniger) auf zufällige Unterschiede im jeweiligen systolisch-diastolischen Zustande des Herzens zur Zeit der verschiedenen Aufnahmen zurückzuführen seien; d. h. umgekehrt sollten im allgemeinen unter Berücksichtigung des systolisch-diastolischen Herzzustandes, wie dies bei der kymographischen Aufnahme geschieht, die Spontanschwankungen der Herzgröße um (1,9 bis) 2,00 mm kleiner sein, als die mittels gewöhnlichen Aufnahmen gefundenen, d. h. statt 0,57 cm etwa 0,37 bis 0,38 cm betragen.

Der letztere von mir tatsächlich gefundene Wert erweist somit einmal die vorliegenden Ergebnisse in völliger Übereinstimmung mit den von Schlomka und Daum gemachten Feststellungen. Er liefert

außerdem aber den unmittelbaren Beweis für die Richtigkeit der von Schlomka gegebenen Wahrscheinlichkeitsanalyse der Kymogrammkurve.

Als besonders wichtig in diesem Zusammenhang ist auch die Tatsache, daß die vorliegenden Feststellungen über die Spontanschwankungen der Herzgröße bei völlig freier Atmung des Untersuchten während der Aufnahmen gemacht wurden. Denn damit scheidet die Möglichkeit aus, daß die von Schlomka und Daum beobachteten Unterschiede in der Herzgröße, namentlich in ihrem größeren Ausmaß, etwa durch Unterschiede in den intrathorakalen und intraabdominellen Druckverhältnissen (die, wie Nolte ausführte, bereits in geringem Ausmaß zu erheblichen Änderungen der Herzgröße führen können), infolge eines unwillkürlich bei den Aufnahmen und zwar unterschiedlich starken Valsalvaschen Versuches bedingt und damit als echte Spontanschwankungen nur vorgetäuscht waren.

II.

Im einzelnen gelang es weiterhin, eine Reihe von Faktoren aufzuzeigen, denen offenbar für das Verhalten der Herzgröße bzw. ihrer Spontanschwankungen beim Gesunden Bedeutung zukommt. Unter diesen steht dabei ganz offensichtlich und in Übereinstimmung mit den Befunden von Schlomka und Daum das Verhalten der Schlagfrequenz an erster Stelle. In dieser Beziehung müssen zwar an Hand der bisherigen Beobachtungen noch einige Fragen offen bleiben. Unbeschadet dessen erwies sich aber der Einfluß der Schlagfrequenz bzw. ihrer Änderungen, auf die Herzgröße so sicher und erheblich, daß ihre Berücksichtigung in der klinischen Röntgenologie des Herzens zweckmäßig bzw. notwendig erscheint. Auf Grund der vorliegenden Feststellungen muß jedenfalls an Stelle der bisher üblichen einfachen Fernaufnahme zur Bewertung der Herzgröße die Kymogrammaufnahme mit Zeitschreibung und der dadurch ermöglichten Beachtung der Frequenzverhältnisse als Standardverfahren angesehen, bzw. vorgeschlagen werden .Des weiteren sind die vorliegenden Gesichtspunkte und Ergebnisse vielleicht dazu angetan, auch die noch

umstrittenen Fragen um die Herzgröße von Sportlern (Bürger) einer Klärung näher zu bringen,

E. Zusammenfassung.

1. Zur Feststellung der Ursachen der physiologischen Herzgrößenschwankungen beim Gesunden wurden im Abstande von im Mittel 23,5 Tagen von 50 gesunden Personen mit dem Kymograph von Stumpf zwei Aufnahmen gemacht, die Herzgrößenschwankungen von im wesentlichen derselben Größe (Mittel = ± 0,38 cm) wie die früher gefundenen (Schlomka und Daum) erkennen ließen. Mit Hilfe eines Zeitschreibers wurden die während der Aufnahmen vorliegende Schlagfrequenz des Herzens bestimmt, wie auch die Zeichnung des exspiratorischen und inspiratorischen Zwerchfellstandes eine Ausmessung des systolischen und diastolischen Transversaldurchmessers sowohl im Exspirium wie im Inspirium ermöglichte.

2. Als Ursachen der Herzgrößenschwankungen wurden vorwiegend die Änderungen der Schlagfrequenz des Herzens, als weniger bedeutungsvoll die Schwankungen des mittleren Zwerchfellstandes festgestellt, wobei sich keine Besonderheiten der inspiratorischen Herzgrößenschwankungen gegenüber den exspiratorischen ergaben, wie auch das Mittel der systolischen Herzgrößenschwankungen im Vergleich mit dem Mittel der diastolischen Schwankungen der Herzgröße keinen wesentlichen Unterschied aufwies. Weiterhin wurden die Schwankungen des Körpergewichtes, des systolischen wie diastolischen Blutdrucks, die Verschiedenheit des Alters der Untersuchten und des zeitlichen Abstandes der beiden Aufnahmen wie auch die Größe der Herzen an sich zu den Herzgrößenschwankungen in Beziehung gesetzt. Bei Prüfung der Abhängigkeit der Herzgrößenschwankungen von all diesen Momenten konnten, wenn überhaupt, nur lockere Beziehungen festgestellt werden.

3. Obwohl eine restlose Klärung der Beziehung obengenannter Faktoren zu den Herzgrößenschwankungen bisher nicht möglich war, so konnte doch die überwiegende Einwirkung der Frequenzschwankungen auf die Änderung der Herzgröße erkannt werden, sodaß es

für die klinische Röntgenologie angebracht erscheint, bei der Bewertung von Herzgrößen von dieser Feststellung und der zu ihr führenden Methodik Gebrauch zu machen.

Zum Schluß ist es mir eine besondere Ehre, Herrn Professor Dr. F. Tiemann für die Übernahme des Korreferates und Herrn Professor Dr. G. Schlomka für die Überlassung des Themas und für die Anregungen bei der Anfertigung der Arbeit meinen besonderen Dank auszusprechen.

Schrifttum

Bürger, Blutkreislauf, in Knoll u. Arnold, Normale u. path. Physiologie der Leibesübungen (Leipzig 1933); *Nolte,* Fortschr. Röntgenstr. 50 (1934); *Rautmann,* Die Beurteilung der Größe, Lage und Form des Herzens, Jena (1926); *Schlomka u. Daum,* Über die Spontanschwankungen der Herzgröße beim Gesunden, aus Heft 6, 1937, d. Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstr.; *Stumpf,* Röntgenkymographische Bewegungslehre innerer Organe, Leipzig (1936).

Lebenslauf.

Am 2. Aug. 1914 wurde ich, Wilhelm Broich, als Sohn des Kaufmanns Wilhelm Broich und seiner Ehefrau Anna, geborene Segschneider, in Bonn geboren. Nach vierjährigem Besuch der Münsterschule in Bonn wurde mir auf dem Städtischen Reform-Real-Gymnasium in Bonn weitere Schulausbildung zuteil und ich legte dort am 10. März 1933 die Reifeprüfung ab.

Im Wintersemester 1933—34 begann ich das medizinische Studium an der Universität Bonn, wo ich am Ende des Winterhalbjahres 1935—36 die ärztliche Vorprüfung bestand. Meinen klinischen Studien oblag ich ebenfalls in Bonn, um im Sommersemester 1939 das medizinische Staatsexamen zu bestehen.